NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. LINDER,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES,
VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES,
COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DU BUREAU DES LONGITUDES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1895

TITRES ET FONCTIONS.

1850. Sorti de l'École Polytechnique premier *ex æquo*.

1874. Directeur de l'École des Mines d'Alais.

1878. Directeur des Études à l'École Polytechnique.

1887. Vice-Président du Conseil général des Mines; Président de la Commission centrale des machines à vapeur; Président de la Commission spéciale de la Carte géologique détaillée de la France et de la Carte géologique de l'Algérie.

1888. Membre du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine (Vice-Président annuel en 1895).

1895. Président de la Société géologique de France.

DIVERSES FONCTIONS ANTÉRIEURES.

1856-1859. Ingénieur aux Chemins de fer de Lyon à Marseille et du Sud de l'Autriche (construction des machines et exploitation).

1859. Mission à l'armée d'Italie (matériel des chemins de fer).

1870. Chargé par le Ministère de la Guerre de la création d'une capsulerie pour fusils et mitrailleuses à Bordeaux.

1880-1883. Directeur de la Compagnie austro-hongroise des Chemins de fer de l'État (mines, usines, chemins de fer).

1883. Rapporteur de la Commission centrale des machines à vapeur.

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. LINDER,

Inspecteur général des Mines, Vice-Président du Conseil général des Mines,
Commandeur de la Légion d'honneur.

Étude sur les terrains de transport du département de la Gironde.

Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXVI; 1868.

Le but qu'on s'est proposé dans cette étude a été de déterminer :

1° A quelle série géologique se rapporte la formation désignée, dans le sud-ouest de la France, sous le nom de *sable des landes;*

2° Quelles sont les limites de cette formation dans le département de la Gironde;

3° Quelles sont ses relations avec les dépôts de transport qui recouvrent les coteaux du Blayais, du Médoc, et de l'Entre-deux-Mers?

Le *sable des landes* de la Gironde, au point de vue minéralogique, se compose de grains quartzeux généralement blancs, translucides ou hyalins, quelquefois jaunâtres ou rosés; suivant leur grosseur, ils sont plus ou moins roulés ou anguleux à arêtes vives. Des grains microscopiques de fer oxydulé s'y trouvent en très faible proportion et d'une façon assez constante. On y rencontre aussi des cailloux de quartz, le plus souvent blancs ou légèrement colorés, très rarement hyalins,

parmi lesquels on recueille exceptionnellement quelques fragments de phtanite, de schiste talqueux, de dolérite et de silex.

Les cailloux, toujours de forme anguleuse, aux arêtes émoussées, n'existent généralement qu'en faible quantité dans les sables des landes éloignées de la Garonne; ils deviennent plus abondants et plus roulés, à mesure qu'on se rapproche du fleuve, et passent au gravier sur le versant qui aboutit au cours d'eau.

Le sable des landes s'étend des coteaux qui longent la rive gauche de la Garonne jusqu'au delà de Mont-de-Marsan; il atteint une grande épaisseur dans la partie voisine des dunes du littoral. A sa base, immédiatement au-dessus des couches tertiaires des divers étages qu'il recouvre transgressivement, il est très souvent d'une finesse extrême et plus ou moins mélangé de paillettes de mica. Dans plusieurs régions, il renferme des amas d'argile plastique, qu'accompagnent en certains cas des dépôts de lignite ou de bois fossile.

De nombreuses coupes de terrain dénotent, d'une façon certaine, qu'il présente les caractères d'un dépôt effectué dans un courant.

Les minéraux, qui entrent dans la composition du sable des landes, proviennent, d'après un examen minutieux, les uns des roches granitiques ou métamorphiques, les autres des terrains secondaires ou tertiaires qui forment la ceinture du bassin tertiaire aquitanien, principalement du côté des Pyrénées.

Le facies que la formation présente dans son épaisseur est loin d'être en rapport avec la monotonie de sa surface; il est généralement très varié, tant par le fait de sa constitution, qui est assez complexe et irrégulière, que par les colorations diverses dues à l'extrême abondance du peroxyde de fer dans certaines régions.

Jusqu'à présent, les géologues n'ont pu signaler aucun fossile dans le sable des landes; mais, en 1869, j'ai observé, au-dessus de sa base, dans les anfractuosités de la mollasse ossifère de Léognan (étage burdigalien), un dépôt sableux contenant, avec de nombreux débris ligneux et herbacés, une assez grande quantité de coquilles terrestres appartenant à des espèces de l'époque actuelle ou tout au moins très affines : *Helix nemoralis* (petite variété), *H. lapicida*, *H. rotundata*, *H. variabilis*, *Zonites cellarius*, *Z. nitidus*, *Clausilia sp.? Cyclostoma elegans*. Cette faune ne peut être rapportée qu'à un dépôt de la série

quaternaire; le sable des landes, dont le dépôt est postérieur, ne peut donc être que *quaternaire* et non *pliocène*, comme le pensent la plupart des géologues.

A l'époque où le sable des landes s'est déposé sur les coteaux de la Gascogne occidentale (Bazadais et Bordelais), la plupart des vallées actuelles de la région étaient déjà partiellement creusées; les plus voisines de la mer avaient même déjà atteint leur profondeur d'aujourd'hui et leurs cours d'eau charriaient et déposaient les matériaux qu'ils enlevaient à leurs rives. Les graviers du *sable des landes* s'étendent en effet sur le versant gauche de la Garonne, assez bas pour que leur limite inférieure soit parfois impossible à tracer, en raison de leur mélange, sur un large espace, avec les alluvions anciennes à *Elephas primigenius*, qui leur sont postérieures.

Une semblable zone de mélange existe aussi sur quelques points du versant opposé du fleuve, dont la pente n'est pas escarpée; d'où l'on a le droit de conclure que les dépôts de même nature, déposés sur les deux versants et sur les coteaux contigus au-dessus de cette zone, se sont effectués à la même époque.

Mais cette question de synchronisme résolue, il reste à voir si la nature et la composition des dépôts synchroniques sont les mêmes des deux côtés de la Garonne. L'étude faite à ce point de vue a démontré que, s'il y a analogie complète quant à la constitution minéralogique, au mode et aux circonstances de dépôt, il n'y a pas identité quant à l'origine des éléments composants.

On observe en effet, des deux côtés du fleuve, les mêmes amas d'argile, le fer oxydulé dans les mêmes conditions de gisement; les mêmes colorations variées dues à l'abondance de l'oxyde de fer, les mêmes sables fins plus ou moins micacés s'étendant au-dessus des couches tertiaires sous-jacentes, et dans quelques cas recouvrant les flancs et le fond des vallées latérales, qu'ils avaient comblées jadis; les mêmes sables grossiers anguleux, dont les arêtes sont d'autant plus émoussées que leur gisement est plus rapproché des vallées, principalement des vallées de la Garonne et de la Dordogne; mais l'analyse minéralogique des dépôts démontre que leurs éléments composants proviennent en majeure partie d'une origine différente de celle du sable des landes.

L'observation a surtout porté sur les cailloux des dépôts de transport qui couvrent les sommets des coteaux de l'Entre-deux-Mers, du Fronsadais et du Blayais; outre les espèces signalées ci-dessus comme existant dans le sable des landes, on y a recueilli de nombreux silex noirs ou gris, bruns ou jaunâtres, jaspés, affectant toutes formes et renfermant des fossiles, tantôt de la série crétacée, tantôt de la série tertiaire; des fragments de quartz meulière ou grenu, de micaschiste, de granit, de roches volcaniques, dont les identiques se montrent également dans les alluvions anciennes de la vallée de la Dordogne et en place dans les étages géologiques arrosés par ce fleuve et ses affluents. Leur origine n'est donc pas douteuse; elle est dans les terrains qui forment la bordure septentrionale et orientale du bassin de la Dordogne.

Au début de l'époque quaternaire, la Garonne, la Dordogne et leurs affluents ont donc, comme de nos jours, mais sur une bien plus vaste échelle, répandu sur toute la surface couverte par leurs eaux les matériaux qu'ils enlevaient sur leur parcours.

Quelle a été la cause de cet immense courant, qui paraît s'être étendu sur tout le bassin tertiaire aquitanien? La réponse est encore en suspens.

Toutefois, depuis la publication de l'étude, déjà ancienne, dont il est rendu compte ici, plusieurs faits nouveaux sont venus s'ajouter à nos connaissances relatives au terrain de transport supérieur du bassin de la Gironde. Notamment au Gurp, situé au sud-sud-ouest de Soulac, sur le littoral de la Gascogne, on a recueilli, il y a quelques années, une mâchoire d'*Elephas meridionalis* dans des alluvions argilo-sableuses de l'ancienne Gironde, alluvions au-dessus desquelles s'étendent les dunes à silex de l'époque paléolithique et, au delà, les sables et les graviers des landes qui constituent l'îlot quaternaire de Grayan, Vensac et Saint-Vivien. Or, les alluvions à *Elephas meridionalis* sont du pliocène supérieur ou du quaternaire inférieur; d'autre part, la bordure d'alluvions anciennes, qui circonscrit l'îlot de Grayan, renferme de nombreux silex de l'époque paléolithique, probablement de la période à *Elephas primigenius* et *Rhinoceros tichorinus;* les sables et graviers des landes, qui leur sont inférieurs, semblent donc devoir être attribués à la base du quaternaire.

Le calcaire de Bazas à Cazeneuve.

Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXVI, 1868.

C'est la description de l'étage aquitanien à Cazeneuve et à Uzeste, relevée pendant une excursion de la Société Linnéenne.

Notes sur le tertiaire du Blayais.

Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXVII, 1869.

Dans ces Notes on indique la constitution géologique du Blayais et l'on confirme l'exactitude des observations faites par M. Matheron sur la même région, mais en rectifiant ses conclusions relatives à la division du calcaire marin de Blaye en deux étages basés sur le cantonnement d'*Echinolampas stelliferus* dans la partie inférieure et d'*Ech. girondicus* (= *similis* var.) dans la partie supérieure.

On démontre que les deux fossiles dont il s'agit coexistent dans toute la hauteur du calcaire de Blaye, et que les caractères de ce dernier indiquent une formation littorale, composée de lentilles irrégulières enchevêtrées, formant un tout indivisible, mais variant de faune suivant la nature du dépôt, sableux, calcaire ou marneux.

Le prolongement de ce dépôt littoral repose dans le Médoc et en face des falaises de la Saintonge sur une épaisseur de couches éocènes, qui dépasse 150^{m}; il n'en existe pas trace sur les falaises. Celles-ci correspondent donc à une faille, qui a déterminé un rejet des couches crétacées de plus de 200^{m}.

Incidemment, ses observations sur le *calcaire à Astéries* (étage stampien) ont conduit l'auteur à admettre, avec M. Tournouër, dans la série tertiaire, une quatrième division, l'*oligocène*, admise aujourd'hui par la majorité des géologues, quoique les limites n'en soient pas encore définitivement fixées. Elles lui ont en outre fait reconnaître que le tertiaire girondin est affecté d'ondulations et de fractures formant trois ou quatre groupes de directions définies, correspondant à autant de phénomènes distincts.

Des dépôts lacustres du vallon de Saucats.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, t. XXVII, 1872.

Les dépôts d'eau douce du vallon de Saucats, jusqu'en 1872, avaient donné lieu à presque autant d'appréciations différentes qu'il y avait eu d'observateurs. Ces dépôts étant en quelque sorte le pivot autour duquel tournaient les différentes classifications du miocène de la Gironde, il importait que cette divergence d'opinions fût éclaircie, de façon à reconnaître où était l'erreur. L'auteur fut chargé de ces recherches et c'est le résultat de ses études qui constitue le présent Mémoire; les éléments en ont été recueillis sur tous les points des départements de la Gironde et de Lot-et-Garonne, où l'étage aquitanien pouvait être examiné avec précision.

La plupart des géologues, qui connaissaient la constitution du bassin tertiaire marin de l'Aquitaine, étaient d'accord pour admettre qu'au-dessus du calcaire à Astéries (stampien), le groupe des couches tertiaires se divise, en se bornant aux masses marines typiques, en trois étages distincts, qui correspondent de bas en haut au falun de Bazas, au falun de Léognan, au falun de Salles. Mais ces étages ne passent pas en général immédiatement de l'un à l'autre; la succession a lieu par transition variable qu'on peut représenter par la série descendante suivante :

1. *Falun de Salles.*
2. Transition de 1 à 3.
3. *Falun de Léognan.*
4. Transition de 3 à 5.
5. *Falun de Bazas.*
6. Transition de 5 à 7.
7. *Calcaire à Astéries* (stampien).

A mesure que l'on s'avance de Bordeaux vers le sud, les transitions 4 et 6, les seules qui apparaissent nettement, éprouvent des modifications de plus en plus profondes; tantôt elles sont remplacées par un calcaire d'eau douce compris entre deux formations littorales, tantôt par des dépôts fluvio-marins, tantôt enfin par des dépôts lacustres ou

fluvio-marins, dans lesquels se trouve intercalée une assise marine ayant très généralement le caractère d'un dépôt formé à proximité d'un rivage.

En s'avançant vers l'est, les variations des couehes de transition s'aceentuent plus encore; les étages-types 7, 5, 3, 1 se modifient eux-mêmes peu à peu, deviennent graduellement fluvio-marins, puis disparaissent et font plaee aux étages de transition qui se substituent à eux dans l'ordre de superposition. C'est ainsi que, dans la vallée du Gers, toute trace de formation marine a disparu dans les coteaux de l'Agenais, et pour en retrouver des témoins il faut se rapprocher de la ligne de faîte, qui sépare le bassin de la Gélise de celui de la Midouze, pour voir, à Sos, un sable 1 à *Ostrea crassissima*, *Pecten solarium*, etc., recouvrir un ealcaire d'eau douee représentant la transition 2.

Malgré les modifications d'aspect et de constitution que les dépôts marins subissent en s'éloignant du département de la Gironde, l'étude stratigraphique faite pas à pas, en ayant soin de s'aider constamment de l'étude des faunes, a permis de suivre avee préeision les modifications suecessives de ehaque étage et de reeonnaître : 1° que la formation d'eau douce qui, dans la Gironde, sépare le *calcaire à Astéries* (stampien) du *falun de Bazas* (aquitanien) se prolonge dans le Lot-et-Garonne, où il a reçu le nom de *calcaire* d'eau douce blane de l'Agenais; 2° que le *falun de Bazas* est reeouvert par une formation, dont le prolongement est le *calcaire d'eau douce gris de l'Agenais*, lequel, à l'approehe du bassin de la Midouze, offre souvent une intercalation d'assise marine accidentelle, spéciale à eertaines régions, mais formant, avec le calcaire d'eau douee qu'il aeeompagne, un groupe indivisible géologiquement.

L'âge des dépôts dits *lacustres de Saucats* se trouvait dès lors déterminé.

Des études postérieures ont amené l'auteur à grouper les deux ealeaires d'eau douce 6 et 4 dans un même étage avec le falun de Bazas 5, et e'est ainsi qu'ils sont figurés dans les Cartes géologiques de Bordeaux et de la Teste de Buch. D'une part, en effet, les deux caleaires d'eau douee 6 et 4 ont des faunes presque identiques; d'autre part, les fossiles, qui peuplent les lentilles marines fréquemment inter-

calées dans ces calcaires, se retrouvent pour la plupart dans le falun de Bazas; il n'est pas possible de les en séparer. Ils forment ensemble, avec les calcaires et faluns du Bazadais, l'étage *aquitanien* du sud-ouest de la France.

Des granules magnétiques qu'on observe dans quelques dépôts du bassin de la Gironde.

Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXVIII, 1872.

On observe dans les fonds de la mer, en face des côtes de France comprises entre le cap Ferret et le parallèle de Noirmoutiers, des sables quartzeux, légèrement argileux et micacés, généralement fins et *piqués de noir* par de nombreux grains magnétiques, de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{18}$ de millimètre de diamètre, d'un éclat métallique plus ou moins accentué. Ces grains, naguère indiqués par M. L. Périer comme étant de la *fayalite,* ne sont en réalité que du fer oxydulé; tout au plus quelques-uns appartiennent-ils au fer titané. On a souvent constaté que sur quelques points, au bas des dunes, notamment à la Pointe-de-Grave, ils sont parfois accumulés par le clapotement des vagues, de manière à constituer de véritables amas. Il était intéressant d'en rechercher l'origine. L'étude des sables des landes et des divers dépôts quaternaires et alluviens, depuis la mer jusqu'aux montagnes du Limousin et de l'Auvergne, en remontant la Dordogne et ses affluents, m'a permis d'y reconnaître la présence de grains magnétiques semblables jusqu'au milieu des gneiss du Plateau central et des roches volcaniques de l'Auvergne; ces grains deviennent de plus en plus gros et leur forme cristalline de plus en plus accentuée, à mesure qu'on se rapproche de leur lieu d'origine.

De quelques-uns des Échinides qu'on rencontre dans le calcaire de Blaye.

Actes Soc. Linn. Bordeaux; Comptes rendns, 1873.

Cette Note donne quelques indications sur les Échinides qu'on observe aux diverses hauteurs des affleurements du calcaire de Blaye, près de Plassac, où les gisements de ceux de ces fossiles les plus carac-

téristiques de l'étage se montrent dans l'ordre inverse de celui qu'on observe à Blaye. Ce renversement donne une preuve nouvelle de l'impossibilité d'établir, dans ce calcaire, une division fondée sur une différence importante de faune.

Parmi les fossiles observés, il en est dont l'espèce s'est prolongée depuis le *Lutétien* jusqu'au *Stampien : Echinocyamus piriformis, Anisaster Souverbiei.*

Sur l'existence du calcaire grossier de Saint-Estèphe entre Roque-de-Tau et Bourg.

Actes Soc. Linn. Bordeaux; Comptes rendus, 1873.

A l'exception de l'éperon de calcaire d'eau douce bartonien, qui termine la falaise de la rive droite de la Gironde, à Roque-de-Tau, et du lambeau rudimentaire de molasse calcaire à Anomies qui le recouvre, on considérait toute l'étendue de la falaise comprise entre Roque-de-Tau et Bourg comme appartenant à l'étage stampien (calcaire à Astéries).

L'étude de la faune des diverses couches qui constituent cet escarpement a démontré le contraire. Jusqu'au delà de Furt, le calcaire de Saint-Estèphe à *Sismondia occitana, Brissopsis elegans, Echinolampas ovalis,* etc., existe jusqu'à la moitié au moins de la hauteur. Le calcaire à *Astéries* apparaît au-dessus avec quelques-uns de ses fossiles caractéristiques. En quelques points, il est vrai, la distinction est difficile à faire, à cause de la mauvaise conservation des fossiles et de la grande similitude du facies des couches des deux étages superposés; mais les cas sont rares. La surface de séparation des deux étages présente des traces nombreuses et très nettes d'érosion.

Observations au sujet du synchronisme des faluns supérieurs de Cestas et de Pont-Pourquey (Saucats) et du calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac.

Actes Soc. Linn. Bordeaux; Comptes rendus, 1873.

Ces observations complètent, pour les parties supérieures du *burdigalien,* les conclusions du Mémoire de l'auteur sur les calcaires lacustres de la vallée de Saucats.

De la position exacte du calcaire de Bourg dans la série tertiaire et des relations qui existent entre le calcaire marin de Saint-Estèphe et la mollasse d'eau douce du Fronsadais.

Actes Soc. Linn. Bordeaux ; Comptes rendus, 1873.

Les calcaires grossiers de Bourg, des environs de Blanquefort dans le Médoc et de la rive droite de la Garonne entre Bordeaux et Cadillac étaient considérés, par M. le professeur Raulin de la Faculté de Bordeaux, comme l'équivalent marin de la mollasse du Fronsadais. Bien que cette opinion ne fût pas partagée par la majorité des géologues, il a paru nécessaire de mettre hors de doute la postériorité desdits calcaires à la mollasse du Fronsadais et leur identité avec le calcaire grossier de Saint-Macaire, admis par tous les observateurs comme étant synchronique du grès de Fontainebleau.

La Note dont il est ici question montre, par plusieurs coupes détaillées, que le *calcaire grossier de Bourg* et le *calcaire de Saint-Macaire* ont même faune, même constitution générale, même situation stratigraphique dans l'échelle géologique, et qu'on passe de l'un à l'autre pour ainsi dire sans la moindre interruption; dès lors qu'il est impossible de les séparer et de les considérer comme appartenant à des époques géologiques distinctes.

Les coupes qui ont conduit à ce résultat ont permis de rectifier la constitution géologique de quelques régions mal connues et l'âge exact de certains dépôts attribués à tort à l'étage stampien, c'est-à-dire à l'oligocène moyen, tandis qu'ils appartiennent à l'éocène supérieur.

Elles ont confirmé dans leur ensemble les conclusions antérieures de l'auteur sur la géologie du Blayais et notamment la superposition du calcaire de Bourg (*stampien*) au calcaire d'eau douce de Castillon à *Nystia Duchasteli*, de celui-ci à la mollasse du Fronsadais et de cette dernière au groupe des marnes, mollasses et calcaires à Anomies et à *Ostrea Bersonensis*, qui recouvre le calcaire marin de Saint-Estèphe à *Sismondia occitana*, *Echinanthus elegans*, *Echinolampas ovalis*, etc.

Elles ont, en outre, démontré que le calcaire à Astéries (*stampien*)

s'est déposé sur un fond très irrégulier, parfois profondément érodé et dont les érosions atteignent en certains lieux jusqu'aux assises moyennes du calcaire marin de Saint-Estèphe.

Observations sur la constitution du terrain tertiaire inférieur de l'Aquitaine occidentale, déduites des sondages effectués dans la Gironde et le Lot-et-Garonne.

Actes Soc. Linn. de Bordeaux; *Comptes rendus*, 1873.

Le terrain tertiaire inférieur est représenté, à la surface du sol, dans l'Aquitaine occidentale, d'une part par les affleurements du Blayais et du Médoc appartenant à la partie supérieure du lutétien, au bartonien et au ludien, de l'autre par l'affleurement, riche en Echinides, *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga*, de Saint-Palais en Saintonge, par le rocher du phare de Cordouan à *Echinolampas dorsalis* et *Ech. Archiaci* et le réeif de Saint-Nicolas à *Orbitolites complanata* et *Velates Schmiedeliana?*

Un sondage effectué près de la Pointe-de-Grave, à quelques centaines de mètres des rochers de Saint-Nicolas, a traversé une épaisseur de plus de 60^{m} d'assises tertiaires, dont les inférieures sableuses, gréseuses ou calcaires renferment en abondance *Nummulites planulata* et des *Alvéolines*, et rappellent absolument les assises similaires de Saint-Palais, particulièrement celles qui existent sous les sables modernes, au nord-nord-est du feu de Terre-Nègre. Les assises calcaires qui les recouvrent contiennent des Échinides généralement en fragments, quelques débris de Pecten, des empreintes de *Cerithium* et de nombreux foraminifères tels que *Orbitolites complanata, Alveolina elongata?* (non *oblonga*).

Les assises supérieures de ce sondage correspondent aux rochers de Saint-Nicolas; les fossiles y sont rares et les quelques empreintes de Gastropodes et de Pélécypodes qu'on y observe ont un facies qui ne permet pas d'assimiler ces assises à celles qui constituent le lutétien supérieur du Blayais.

Toutefois ces dernières sont à proximité. La mer, en effet, rejette quelquefois sur le rivage, en face de Soulac, des *Échinolampas similis* et des *Sismondia occitana* roulés, et plus au sud, à Monta-

livet, des blocs de calcaire à Astéries (stampien), qui démontrent, par leur présence, que les masses rocheuses formant le fond de la mer, le long du rivage, représentent la succession régulière des formations marine, lutétienne, ludienne et stampienne.

Les assises tertiaires les plus anciennes du bassin girondin paraissent donc être caractérisées par *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga*, et l'auteur pense, comme M. Vasseur, qu'elles doivent être assimilées aux sables de Cuise (yprésien).

Aucun des sondages, exécutés entre la mer et Bordeaux, n'a atteint ces assises; de haut en bas, ils ont traversé les successions suivantes, au-dessous du calcaire d'eau douce de Blaye et de Plassac (bartonien supérieur) :

a. Argiles ou sables argileux à *Anomia* et *Ostrea*, équivalents des marnes et des argiles à *Ostrea cucullaris, Corbula angulata*, etc., de Blaye (bartonien inférieur);

b. Des alternances de calcaires généralement quartzifères de marnes et de sables, caractérisées dans leur ensemble par l'abondance de leurs foraminifères (*Al. elongata?* non *oblonga, Orbitolites complanata, Rotalina saxorum, R. suessonensis, R. bimammata*, etc.), et dans les assises supérieures par les Échinides les plus communs du calcaire grossier de Blaye (*Echinolampas stelliferus, E. similis, E. blaviensis, Præscutella Degrangei*, etc.).

c. Marnes sableuses et sables, en général à Nummulites variées (*N. lucasana, granulosa, perforata?* etc.), mais dans certains cas ne présentant pas la moindre trace de fossiles sur une grande épaisseur.

Le seul sondage qui ait pénétré dans les assises de la craie est celui de Château-Vigneau, dans la commune de Bommes; il les a atteintes sur le versant nord du pointement crétacé Landiras-Villagrains et s'est arrêté dans les calcaires à silex du campanien. La revision des échantillons examinés a donné lieu récemment de supposer que le sondeur, lors de leur encaissement, soit inadvertance, soit négligence, a opéré des substitutions d'étiquettes, voire même des mélanges de fragments de roche appartenant à des assises différentes, et qu'il n'y a dès lors aucune conclusion précise à en tirer.

Il résulte toutefois de l'ensemble des observations faites que la série

éocène est représentée dans l'Aquitaine occidentale par tous ses étages, depuis l'yprésien jusqu'au ludien, l'étage principal, le *lutétien*, étant composé des assises suivantes :

Lutétien inférieur. — Assises sableuses à *Nummulites* variées, les plus abondantes paraissant appartenir aux espèces *Lucasana* et *granulosa*.............................. Épaisseur : plus de 60ᵐ.

Lutétien moyen. — Couches à *Alveolina elongata* (?), *Orbitolites complanata* et petite faune spéciale........ Épaisseur : 80ᵐ à 90ᵐ.

Lutetien supérieur. — Calcaires à *Échinolampas stelliferus, similis, blaviensis*, etc.......................... Épaisseur : 15ᵐ à 20ᵐ.

L'*Alveolina elongata* (?) existe dans toute l'épaisseur du lutétien, mais elle caractérise plus particulièrement la partie moyenne.

Carte géologique détaillée de la France.

Feuilles 180 et 191 parues en 1882, feuille 170 prête à être publiée.

On retrouve dans ces feuilles la plupart des indications signalées dans les Mémoires ou Notes, dont il a été question dans ce qui précède; elles en renferment en outre d'autres, relevées postérieurement à ces publications et qui les complètent.

Des dunes occupent, le long du littoral de la Guyenne, une largeur d'environ 6ᵏᵐ. Du côté de la mer, les falaises produites par les flots ont, à diverses reprises, permis de reconnaître qu'elles se composent de dépôts superposés appartenant à des époques très différentes. En particulier, au Gurp (commune de Grayan), la masse de la dune repose sur une argile sableuse alluvienne d'où l'on a retiré, il y a quelques années, comme il a été dit, une mâchoire d'*Elephas meridionalis* et qui, par conséquent, est une alluvion de la Gironde pliocène ou tout au moins des premiers temps de l'ère quaternaire; cette argile est recouverte par un lit tourbeux d'environ 0ᵐ,60 d'épaisseur. Au-dessus de ce dépôt alluvien apparaît une première couche de sable, à la surface de laquelle on a recueilli des silex taillés et dont le dépôt, par

conséquent, s'est effectué avant ou pendant la période paléolithique. Viennent ensuite successivement et de bas en haut : une nouvelle couche de sable, d'un gris noirâtre, renfermant des fragments de poterie de l'âge de la pierre polie (?); puis un sable brun-noirâtre, aliotique, avec débris gallo-romains, enfin la dune actuelle.

Les alluvions modernes ont une étendue considérable dans les vallées de la Gironde et de ses affluents; elles sont marines depuis l'embouchure du fleuve jusqu'aux environs de Saint-Christoly. En général, elles sont limoneuses à la surface, tourbeuses ou vaseuses au-dessous, sableuses et argileuses au fond; elles renferment des gisements de bois fossile et des tourbières, où l'on trouve enfouis des débris de l'industrie et des monnaies de l'époque romaine. L'espace qu'elles couvrent donne lieu de conclure qu'antérieurement à leur dépôt, la Gironde formait un large bras de mer, qui s'étendait jusqu'à Bordeaux et à l'entrée duquel Vensac, Grayan et Saint-Vivien, Jau, Layrac et Dignac, Talais constituaient des îles, habitées par des hommes de l'époque paléolithique, dont on a recueilli, le long de leur périphérie, des armes et des outils en silex taillé. Cette conclusion trouve sa confirmation dans un fait observé entre Lormont et Montferrand, où une fouille a mis à découvert, sous les alluvions modernes, un sable quartzeux, présentant toutes les apparences d'un dépôt de rivage et contenant, avec quelques éclats de silex et des fragments d'os roulés, des coquilles d'eau douce (*Limnæa* sp.?, *Vivipara fasciata*) et des coquilles marines, d'espèces identiques à celles qu'on recueille encore aujourd'hui à l'embouchure de la Gironde et dans le bassin d'Arcachon. Ce dépôt littoral recouvrait une argile à silex, superposée aux sables et graviers à *Elephas primigenius*, qui forment la couche de fond du lit et de la plaine alluviale de la Garonne et se prolongent au delà des deux côtés du fleuve, jusqu'à flanc des coteaux.

De même que dans les autres pays, creusés de vallées et dont la surface générale est peu accidentée, les *anciennes alluvions* de la Garonne et de la Dordogne se composent de matériaux enlevés aux terrains que traversent respectivement ces grandes artères fluviales. A leur confluent de l'ère quaternaire celles-ci ont produit des dépôts, où l'on trouve pêle-mêle les éléments de ceux formés à la même époque

en amont dans chacune des vallées, où elles ont laissé, en divers points, des terrasses, qui précisent l'emplacement du lieu qu'ils occupaient.

Un mélange semblable se montre dans les graviers synchroniques des sables et des graviers des landes du Bordelais et du Bazadais, qui constituent le recouvrement de l'extrémité septentrionale du plateau de l'Entre-deux-Mers. Ils prouvent, par le bas niveau qu'ils atteignent, la postériorité de leur dépôt à la première période de creusement des vallées de la Garonne et de la Dordogne, et par leur composition que leurs éléments ont leur origine dans les mêmes terrains que les alluvions de l'époque actuelle et celles de la période paléolithique.

La formation du *sable et des graviers des landes* s'étend transgressivement sur les divers étages tertiaires qui constituent l'ossature des régions comprises dans les feuilles n°s 170, 180, 191 de la Carte géologique détaillée de la France et dans celles qui leur sont contiguës. Sur la rive gauche de la Garonne et de la Gironde, elle descend en pente douce jusqu'aux dunes du littoral. Sur la rive droite, on la suit, pour ainsi dire sans discontinuité, jusque sur les coteaux de la Saintonge, où la Carte géologique au millionième l'a figurée à tort comme faisant partie de l'éocène. Des deux côtés, sa limite inférieure incline graduellement vers la mer où elle se perd.

La feuille de Bordeaux (180) signale sur plusieurs points l'existence de *sables éruptifs*, très ferrifères, à la base du sable des landes. En réalité, ces sables, qui sont souvent accompagnés d'argile feldspathique ou magnésienne et renferment de nombreuses concrétions d'hématite, se relient intimement à l'étage du sable des landes, dont ils font partie intégrante, et les bouches d'éruption avec lesquelles ils sont en relation ne paraissent être que les cavités, d'où ont jailli les eaux ferrugineuses qui les ont imprégnés d'oxyde de fer, soit pendant, soit après leur dépôt; certaines de ces bouches sont remarquables, les unes par la couche épaisse d'hématite qui en incruste la paroi, les autres par les concrétions de même nature qui en recouvrent ou en entourent l'orifice. Les sources auxquelles elles ont livré passage, ont souvent d'ailleurs affecté les couches tertiaires qu'elles ont traversées, particulièrement celles qui sont gréseuses ou sablonneuses.

Les étages tertiaires, qui affleurent dans l'étendue de pays circonscrite par les feuilles 170, 180 et 191, forment une série continue depuis

l'étage *lutétien* jusques et y compris l'étage *helvétien* de la nomenclature de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent.

Les faluns miocènes de Salles constituent la base du dernier étage. A l'exception des calcaires et des faluns qui affleurent dans la vallée de la Leyre, le falun de Salles se montre partout où il apparaît à l'état de dépôts formés soit à proximité du littoral, comme à Martignas, Saucats, Saint-Symphorien, soit au pied de falaises comme à Baudignan et à Rimbès (feuilles 204 et 216). Le rivage de la mer, à l'époque de sa formation, suivait donc une ligne qui, entre Martignas et Saucats, était sensiblement parallèle à la ligne de crête qui sépare le bassin de la Garonne de celui de la Leyre, contournait ensuite le pointement crétacé de Villagrains jusque près de Saint-Symphorien, puis se dirigeait au sud-est par Captieux jusqu'à Baudignan et revenait enfin au nord-ouest par Rimbès et Gabarret, en longeant le pointement crétacé de Roquefort.

Les limites de la mer, dans laquelle se sont effectués les dépôts de l'étage burdigalien (*faluns de Léognan*), se confondent assez sensiblement avec celles de la mer helvétienne dans le bras qui pénètre au milieu des couches lacustres aquitaniennes de Rimbez et de Baudignan. A partir du pointement de Villagrains, les affleurements du burdigalien deviennent fréquents sur le versant gauche de la vallée de la Garonne, depuis Labrède jusqu'à Caupian, près de Saint-Médard, mais ils n'apparaissent nulle part sur le versant opposé. La mer s'arrêtait donc aux coteaux oligocènes de l'Entre-deux-Mers et c'est probablement à sa limite que la Garonne des époques pliocène et quaternaire a creusé son lit.

Le mouvement de l'écorce terrestre, qui a produit le pointement crétacé de Villagrains, a déterminé simultanément des plissements et des failles parallèles aux cours de la Leyre entre Lamothe et Belin, et de la Garonne entre Langon et Bordeaux. Il a affecté tous les étages tertiaires antérieurs au burdigalien, dans le département de la Gironde, et les étages crétacés qui constituent l'ossature de la Saintonge; il a, en grande partie, ébauché le relief actuel de l'Aquitaine occidentale. On doit donc s'attendre naturellement à ce que le contour de la mer aquitanienne ait différé d'une manière très sensible de celui de la mer burdigalienne.

Dans les limites des feuilles 180 et 191, l'étage aquitanien présente trois divisions très distinctes :

Une supérieure, où l'on voit alternativement les dépôts d'eau douce empiéter sur les dépôts marins et inversement;

Une moyenne, exclusivement marine;

Une inférieure, présentant les mêmes caractères de composition que la division supérieure.

La partie exclusivement marine de l'étage s'étend au sud-est jusqu'au delà de Casteljaloux, mais, à la limite, elle est sous forme de bancs d'huîtres et de calcaires à Potamides; sur la rive droite de la Garonne, ses derniers affleurements ne dépassent pas la ligne qui relierait Créon à La Réole.

L'étage stampien est représenté, dans les feuilles dont il est question dans cette Note, par les couches marines depuis longtemps connues sous la dénomination de *calcaire à Astéries*. Ses limites diffèrent beaucoup de celles de l'aquitanien marin, au delà desquelles elles s'étendent considérablement dans la direction de la limite crétacée du bassin de la Dordogne : à l'est, elles suivent une ligne passant à proximité de Montpont, de Duras et de Beaupuy; dans la direction opposée, la formation plonge sous les couches aquitaniennes de la rive gauche de la Garonne.

L'étage est principalement formé de couches calcaires qui, dans certaines régions, sont de véritables bancs de polypiers; sa base est très irrégulière, par suite d'érosions profondes qui ont atteint parfois jusqu'aux assises inférieures du calcaire marin de Saint-Estèphe et qui démontrent qu'entre le *Sannoisien* et le *Stampien* il s'est produit, dans le sud-ouest de la France, un déplacement de la mer, résultat d'un mouvement correspondant de l'écorce terrestre. L'étude des plissements et des failles fait connaître en effet qu'il existe, dans cette région, des ondulations qui affectent l'éocène et la base de l'oligocène, sans avoir dérangé les couches des étages supérieurs au calcaire d'eau douce à *Nystia Duchasteli*. Tel est, en particulier, l'anticlinal qui a amené au jour le calcaire d'eau douce de Plassac (bartonien) entre Margaux et Listrac.

Entre le calcaire à Astéries (stampien) et le calcaire d'eau douce de Plassac à *Limnœa longiscata* et *Planorbis rotundatus* (bartonien

supérieur) sont intercalées des formations marines et d'eau douce, qui, dans leur développement le plus complet, présentent de haut en bas la succession suivante :

1. Calcaire et marnes à *Nystia Duchasteli* (CALCAIRE D'EAU DOUCE DE CASTILLON).
2. Mollasses d'eau douce, caractérisées par des carapaces de *Tortues* et des dents de *Crocodiliens* (MOLLASSE DU FRONSADAIS).
3. Argiles et mollasses avec *Anomia, Ostrea, Cyrena, Neritina*, etc.
4. Calcaire marin à *Sismondia occitana, Echinolampas ovalis*, etc. (CALCAIRE MARIN DE SAINT-ESTÈPHE).

Les assises 1 et 2 sont nettement distinctes. Les assises 2 et 3 le sont également d'une façon assez générale, et leur surface de séparation indique parfois des érosions assez profondes dans les argiles à *Anomia* et *Ostrea*. Les assises 3 et 4 au contraire se relient les unes aux autres d'une façon inséparable par une transition comprenant un mélange de leurs fossiles. Ceux-ci ont un facies nettement éocène, qui les rapproche de la faune du calcaire grossier de Blaye et les éloigne de celle du calcaire à Astéries.

Le groupe 1-4 comprend, comme on voit, deux parties distinctes, qui se placent logiquement : 1 et 2 au niveau des assises à *Nystia Duchasteli* et *Cyrena convexa* du bassin de Paris; 3 et 4 comme l'équivalent synchronique des assises du même bassin comprises entre les précédentes et le bartonien supérieur.

Le calcaire d'eau douce à *Nystia Duchasteli* ne se montre avec continuité que vers la limite du bassin tertiaire en dehors des feuilles considérées; il n'en existe dans celles-ci que de faibles lambeaux autour de Blaye et dans le Médoc.

La mollasse du Fronsadais apparaît au contraire à peu près partout où affleure le calcaire précédent et la base du calcaire à Astéries; de formation d'eau douce sur la rive droite de la Garonne et de la Gironde, elle est remplacée dans le Médoc par des argiles à *Ostrea* et des marnes à *Melobesia*, dont la base repose en certains points sur des assises calcaires à *Potamides*, qui les séparent des couches supérieures à *Anomia* et *Ostrea* du calcaire marin de Saint-Estèphe.

Ce dernier étage, qui est très caractérisé par sa faune dans toute la

région qui s'étend de Pauillac à Lesparre, se modifie rapidement à mesure qu'on s'écarte de la Gironde vers l'Est. Les assises inférieures à *Echinolampas ovalis* et *Sismondia occitana,* qui, à Saint-Estèphe, ont au moins 15^{m} d'épaisseur, n'ont plus que $1^{m},50$ à 2^{m} au plus à Cars et à Berson et disparaissent dans la vallée du Moron. Les assises supérieures à *Anomia* et *Ostrea* s'étendent au delà de ce cours d'eau, puis disparaissent à leur tour; dans la vallée de l'Isle il n'en reste plus trace (feuille 181).

Depuis longtemps et avec raison, le calcaire d'eau douce de Plassac à *Limnæa longiscata* et *Planorbis rotundatus,* substratum du calcaire marin de Saint-Estèphe, est assimilé au calcaire d'eau douce de Saint-Ouen; la couche marine à *Ostrea cucullaris* (?), sur laquelle il repose, semblait dès lors pouvoir être considérée comme l'équivalent des sables de Beauchamp du bassin de Paris; il planait toutefois quelque doute à cet égard. Les explorations nécessitées pour le tracé des contours de la feuille 190 ont permis d'éclaircir ce point.

M. Matheron considérait trois zones dans le calcaire d'eau douce. En réalité elles sont impossibles à définir; rien de plus irrégulier en effet que la composition de ce dépôt, tantôt calcaire, tantôt marneux ou argileux, tantôt sableux ou passant au grès siliceux; affectant en tels lieux la disposition en strates, en d'autres la constitution en lentilles enchevêtrées.

Cette formation d'eau douce, où l'on a recueilli des ossements de *Palæotherium,* ne dépasse pas Anglade, au nord de Blaye. Des géologues ont admis, avec M. Matheron, qu'il existe à Saint-Yzans, sur la rive gauche de la Gironde, un calcaire marin à faune spéciale, qui serait son équivalent. Cette opinion ne saurait être admise, le calcaire dont il s'agit ayant même faune que le calcaire marin de Saint-Estèphe qui le recouvre, et dont il ne diffère que par la présence de deux ou trois Cérites indéterminés.

Les marnes et argiles à *Ostrea cucullaris* (?) se rattachent d'une façon intime aux couches d'eau douce qui les recouvrent et dont le dépôt paraît s'être effectué sans interruption dans la sédimentation. Leur faune se compose d'un certain nombre d'espèces : *Venus texta?, Corbula angulata, Diastoma costellata,* des Potamides, des Huîtres, des Anomies, etc., qui permettent de considérer comme exacte l'assi-

milation qu'on en proposait aux sables de Beauchamp, et par suite à leur classement à la base du bartonien.

Le calcaire grossier de Blaye, dont j'ai déjà parlé dans plusieurs des Notes qui précèdent, est en général, autour de Blaye et de Plassac, à l'état de calcaire arénifère ; il passe à l'arène quartzeuse plus ou moins argileuse ou marneuse, à mesure que l'observateur s'approche des escarpements crétacés qui lui servent de limite près de Saint-Bonnet. Les fossiles, si abondants dans leur état calcaire, deviennent alors d'une excessive rareté et c'est à peine si l'on y trouve, de loin en loin, quelque fragment de coquille, quelque balane ou polypier roulé, quelque côte d'Halitherium plus ou moins bien conservée.

Contrairement aux indications de la carte géologique au millionième, il n'existe point de dépôts éocènes le long de la crête du versant sud du vallon de Mirambeau. Les sables du lutétien n'affleurent qu'à la base des coteaux où ils forment, le long des palus de la Gironde, un amas de forme irrégulière qui s'étend des marais de la Vergne aux Jones, près de Saint-Bonnet.

Les terrains de la période crétacée ne se montrent, dans les feuilles dont il est parlé dans la présente Note, que dans l'angle nord-est de la feuille 170 et près du village de Villagrains (feuille 191). Les affleurements reconnus appartiennent à la série des étages de la craie depuis les assises supérieures du cénomanien jusqu'au maestrichtien. Leurs contours modifient considérablement ceux de la carte géologique de la Charente-Inférieure, si consciencieusement élaborée par M. Manès en 1853, à cause, d'une part, des progrès réalisés depuis cette époque en Géologie et en Paléontologie stratigraphique, d'autre part des facilités très grandes de communication et d'observation qu'on a aujourd'hui.

Le trait saillant de la partie de la feuille de Lesparre occupée par les affleurements crétacés de la Saintonge est le soulèvement qui s'étend du nord-ouest au sud-est, depuis la mer jusqu'à Saint-Genis. Ce mouvement, qui a amené au jour les assises supérieures du cénomanien à *Ichthyosarcolites triangularis*, *Polyconites operculatus*, *Sphærulites foliaceus*, a déterminé des ondulations et des failles, qui ont imprimé une trace profonde dans le relief du sol. La plupart des petits cours d'eau leur sont parallèles ou perpendiculaires ; il en

est de même des falaises, qui dominent la rive droite de la Gironde.

Dans leur ensemble, on peut considérer les divers étages crétacés comme ayant formé autour du cénomanien des bandes concentriques plus ou moins régulières, dont la continuité a été interrompue sur divers points par les érosions de la période quaternaire ou modifiée par les failles. Tels sont, par exemple, l'interruption du *campanien* entre Sainte-Ramée et Saint-Fort, produite par le creusement de la vallée de Saint-Disant-du-Gua, et la disparition de l'*angoumien* entre Saint-Genis et Saint-Antoine, par l'effet de la faille du Seudre, qui a amené le ligérien inférieur en contact avec le santonien moyen et le santonien supérieur.

Les étages de la série crétacée supérieure, qui affleurent dans l'étendue de pays limitée par la feuille de Lesparre et dans son voisinage immédiat, sont, au-dessus du *cénomanien,* de bas en haut :

I. Turonien.

A. *Ligérien :*

1° Couches à *Ostrea columba* et *Terebratella Carentonensis;*
2° Couches à *Mammites Rochebruni.*

B. *Angoumien :*

1° Couches à *Diploctenium* et *Ostrea eburnea;*
2° Couches à Rudistes;
3° Couches à *Calianassa Archiaci* et *Trigonia scabra;*
4° Couches à *Sphærulites patera, Radiolites angulosus, R. cornupastoris, Apricardia Archiaci.*

II. Emschérien.

A. *Coniacien :*

Caractérisé par *Rhynchonella Baugasi, Rh. expansa, Waldheimia subtamarindus, Barroisia Haberfellneri.*

B. *Santonien :*

Caractérisé par *Rhynchonella Eudesi, Mortoniceras texanum. Placenticeras syrtale.*

III. Aturien.

A. *Campanien :*

Caractérisé par *Rhynchonella globata, Micraster regularis, M. glyphus, Echinochorys orbis, Ech.* aff. *vulgaris. Ech. gibba.*

B. *Maestrichtien :*

Caractérisé par *Radiolites crateriformis, R. Bournoni, R. ingens, Sphærulites Sæmanni, Pachydiscus Oldhami.*

Note sur les variations séculaires du magnétisme terrestre.

Mémoires Soc. Sciences phys. et nat. de Bordeaux, t. VI, 1869.

Le cercle équatorial de la Terre peut être considéré comme un plan de position invariable par rapport à un point quelconque de la surface du globe. Une aiguille aimantée librement suspendue par son centre de gravité, en un lieu donné, tracerait donc sur le plan la courbe de ses positions successives. Celle-ci est donnée par les équations suivantes

$$(1) \qquad \begin{cases} \tan g\omega = \sin\lambda \tan g D, \\ -\cot\psi = \cot\lambda \cos D, \\ \rho = R\dfrac{\cos I}{\cos(\psi - I)}, \end{cases}$$

où D est la déclinaison magnétique, I l'inclinaison magnétique, λ la latitude du lieu de l'observation, ψ un angle auxiliaire, R le rayon terrestre, ρ et ω les coordonnées polaires rapportées au centre de la Terre et à la trace du méridien du lieu sur l'équateur.

En appliquant ces formules aux observations d'inclinaison et de déclinaison faites à Paris de 1671 à 1864, et en transformant les coordonnées polaires en coordonnées rectangulaires, la courbe décrite par l'aiguille aimantée, rapportée à la trace du méridien du lieu pris pour axe des abscisses, est très approximativement représentée par

$$(2) \quad y^2 - 0,360199xy + 0,454036x^2 + 0,1512y - 0,631721x + 0,206091 = 0,$$

équation d'une ellipse dont le grand axe est incliné de quelques degrés sur l'axe des x. Les valeurs de $x = \rho\cos\omega$, tirées des équations (1)

substituées dans l'équation (2), donnent pour y des valeurs qui ne diffèrent de celles déduites de l'observation que d'environ $\pm 0,003R$.

Les observations de Londres, Bruxelles et Berlin donnent des résultats analogues, mais moins complets.

La Note examine ensuite les différentes hypothèses que l'on peut faire pour expliquer la forme générale des *isogoniques* et des *isoclíniques* et conduit à cette conséquence que la droite qui relie les deux centres magnétiques boréal et austral du globe se confond avec une corde de la sphère terrestre, qui n'est ni parallèle à l'axe de rotation, ni située dans un même plan que lui.

Du nombre des freins qu'il convient d'introduire dans les trains de chemin de fer.

Mém. Soc. Sc. phys. et nat. Bordeaux, t. VII, 1870.

Ce travail avait été demandé en vue de son application aux chemins de fer, dont le contrôle technique était confié à l'auteur. Il s'agissait d'avoir une formule d'un calcul facile et d'une approximation satisfaisante.

Sur l'origine des aurores polaires.

Actes de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, t. XXXIII, 1872.

Examen des hypothèses qu'on peut faire au sujet de cette origine.

Faune historique des mammifères ayant vécu, en Alsace, à l'état de liberté.

Actes Soc. Linn. Bordeaux; Comptes rendus, 1873.

Cette Note résume un Mémoire publié dans le *Bulletin* de la Société d'Histoire naturelle de Colmar (1871-1872).

21905 Paris. — Impr. Gauthier-Villars et fils, quai des Grands-Augustins, 55.